

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-075104

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

G09F 9/00

G09F 9/30

(21)Application number : 2000-147206

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 19.05.2000

(72)Inventor : KISHIMOTO KATSUHIKO

(30)Priority

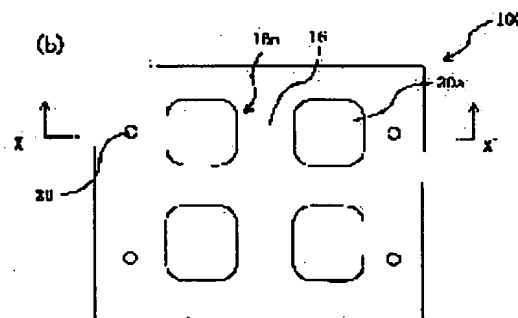
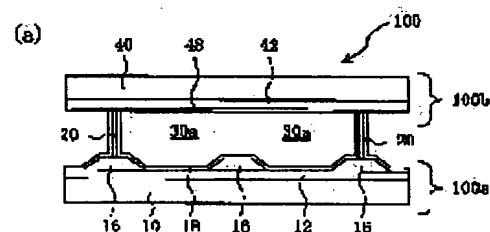
Priority number : 11186494 Priority date : 30.06.1999 Priority country : JP

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device having a wide angle of visibility property and bright in display brightness and its manufacturing method.

**SOLUTION:** This liquid crystal display device has a liquid crystal layer interposed between a first substrate 100a and a second substrate 100b and a wall shaped structure 16 formed on the liquid crystal layer side of the first substrate 100a and dividing the liquid crystal layer 30 into plural liquid crystal regions 30a. Liquid crystal molecules in the plural liquid crystal regions 30a are symmetrically aligned with respect to an axis perpendicular to the surface of the first substrate 100a, and the liquid crystal region 30a has a polygonal shape having obtuse corner parts 16a. Alignment direction of the liquid crystal molecules within the liquid crystal region 30a to the side face of the wall shaped structure 16 of the corner part is continuously varied.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal layer pinched between the 1st substrate, the 2nd substrate, and said 1st substrate and 2nd substrate, It is formed in said liquid crystal layer side of said 1st substrate, and has the wall-like structure which divides said liquid crystal layer into two or more liquid crystal fields. The liquid crystal molecule in said two or more liquid crystal fields It is the liquid crystal display from which it has the polygon configuration by which, as for said liquid crystal field, the corner was axial-symmetry-orientation-obtuse-angle-ized centering on a shaft perpendicular to the front face of said 1st substrate, and the direction of orientation over the side face of the wall-like structure of said corner of the liquid crystal molecule in said liquid crystal field is changing continuously.

[Claim 2] The configuration of said said obtuse-angle-ized corner is a liquid crystal display according to claim 1 expressed with a curve.

[Claim 3] It is the liquid crystal display according to claim 1 or 2 with which the configuration of said corner is expressed with the curve of radius of curvature R, and radius of curvature R has the relation of  $R > l_m$  to the molecule length  $l_m$  of a liquid crystal molecule.

[Claim 4] The radius of curvature R of said curve showing the configuration of said corner is a liquid crystal display according to claim 3 which has the relation of  $R \leq R'$  to radius  $R'$  of the circle circumscribed to the polygon which said liquid crystal field forms.

[Claim 5] Said wall-like structure is a liquid crystal display given in either of claims 1-4 currently formed from the negative-mold photopolymer.

[Claim 6] The liquid crystal molecule in said liquid crystal field is a liquid crystal display given in either of claims 1-5 which carry out orientation perpendicularly to the front face of said wall-like structure.

[Claim 7] It has the liquid crystal layer pinched between the 1st substrate, the 2nd substrate, and said 1st substrate and said 2nd substrate. The process which said liquid crystal layer is the manufacture approach of a liquid crystal display of having two or more liquid crystal fields divided by the wall-like structure, and forms a negative-mold photopolymer layer on said 1st substrate, The process which carries out exaggerated exposure of said negative-mold photopolymer layer through the mask which has the polygonal protection-from-light section, and by developing said exposed negative-mold photopolymer layer The manufacture approach of a liquid crystal display which includes the process which forms said wall-like structure which surrounds the field where the corner of the polygon which said protection-from-light section has has the obtuse-angle-ized configuration.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a liquid crystal display and its manufacture approach. It is related with the liquid crystal display which has the liquid crystal molecule which carried out axial symmetry orientation into the liquid crystal field especially divided by the wall-like structure, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the liquid crystal display of TN (twist pneumatic) mold using the pneumatic liquid crystal as an indicating equipment using the electro-optical effect and a STN (super twist pneumatic) mold is used. Development of the technique which makes large the angle of visibility of these liquid crystal displays is performed energetically.

[0003] As one of the wide-field-of-view cornification techniques of the TN liquid crystal display proposed until now, the liquid crystal display which has the liquid crystal molecule which carried out axial symmetry orientation into the liquid crystal field divided with the macromolecule wall, and the liquid crystal display in the so-called ASM (Axially Symmetrically aligned Microcell) mode are indicated by JP,6-301015,A and JP,7-120728,A. Typically, the liquid crystal field substantially surrounded with the macromolecule wall is formed for every picture element. Since the liquid crystal molecule is carrying out axial symmetry orientation of the liquid crystal display in ASM mode, even if an observer looks at a liquid crystal display from which direction, there is little change of contrast, namely, it has a wide-field-of-view angle property.

[0004] The liquid crystal display in the ASM mode currently indicated by the above-mentioned official report is manufactured by carrying out polymerization induction phase separation of the mixture of a polymerization nature ingredient and a liquid crystal ingredient.

[0005] Drawing 9 (a) The manufacture approach of the liquid crystal display in the conventional ASM mode is explained referring to - (i). First, the substrate which formed the color filter and the electrode in one side of a glass substrate 908 is prepared (process (a)). In addition, since it is easy, the electrode and color filter which are formed in the top face of a glass substrate 908 are not illustrated. In addition, the formation approach of a color filter is mentioned later.

[0006] Next, the macromolecule wall 917 for carrying out axial symmetry orientation of the liquid crystal molecule is formed in the field in which the electrode and color filter of a glass substrate 908 are formed for example, in the shape of a grid (process (b)). After carrying out spin spreading of the photopolymer ingredient, it exposes through the photo mask which has a predetermined pattern, and a grid-like macromolecule wall is formed by developing negatives. A negative mold or a positive type is sufficient as a photopolymer ingredient. Moreover, although the process which forms the resist film separately increases, it can also form using a resin ingredient without photosensitivity.

[0007] Patterning formation of the pillar-shaped projection 920 is carried out discretely at some crownings of the acquired macromolecule wall 917 (process (c)). It is formed when the pillar-shaped projection 920 also exposes and develops a photopolymer ingredient.

[0008] The front face of a glass substrate in which the macromolecule wall 917 and the pillar-shaped projection 920 were formed is covered with the perpendicular orientation agents 921, such as polyimide, (process (d)). On the other hand, the opposite side glass substrate [ in which the electrode was formed ] 902 top is also covered with the perpendicular orientation agent 921 (a process (e) and process (f)).

[0009] The field in which the electrode was formed is \*\*\*\*ed inside and lamination and a liquid crystal cell are formed for two obtained substrates (process (g)). Spacing (cel gap; thickness of a liquid crystal layer) of two substrates is prescribed by the sum of the height of the macromolecule wall 917 and the pillar-shaped

projection 920.

[0010] A liquid crystal ingredient is poured into the gap of the obtained liquid crystal cell by the vacuum pouring-in method etc. (process (h)). Orientation control of the liquid crystal molecule in the liquid crystal field 916 is carried out at axial symmetry by impressing an electrical potential difference to inter-electrode [ by which opposite arrangement was carried out / one ] at the last, for example (process (i)). Axial symmetry orientation of the liquid crystal molecule in the liquid crystal field divided with the macromolecule wall 917 is carried out a core [ the shaft 918 (perpendicular to both substrates) shown with the broken line in drawing 9 (i) ].

[0011] The cross-section structure of a color filter is conventionally shown in drawing 10 . The black matrix (BM) for shading the clearance between coloring patterns and the coloring resin layer of the red, green, and blue corresponding to each picture element (R-G-B) are formed on the glass substrate. On these, the overcoat (OC) layer with a thickness of about 0.5-2.0 micrometers it is thin of the improvement of smooth nature etc. from acrylic resin or an epoxy resin is formed. Furthermore on this, the indium stannic acid ghost (ITO) film of the signal electrode of transparency is formed. Generally BM film consists of chromium metal film whose thickness is about 100-150nm. What colored the resin ingredient with the color or the pigment is used for a coloring resin layer, and the thickness has common about 1-3 micrometers.

[0012] The approach of carrying out patterning of the photosensitive coloring resin layer formed on the substrate as the formation approach of a color filter using a photolithography technique is used. For example, the color filter of R-G-B can be formed using the photopolymer ingredient of each color of (Red R), green (G), and blue (B) by performing formation, exposure, and development of photosensitive coloring resin, respectively (a total of 3 times). The approach of forming a photosensitive coloring resin layer has the approach of applying to a substrate a liquefied photosensitive coloring resin ingredient (what was diluted with the solvent) with a spin coat method etc., the approach of imprinting the photosensitive coloring resin ingredient formed into the dry film, etc. Thus, the color liquid crystal display which has a wide-field-of-view angle property is obtained by producing the liquid crystal display in the above-mentioned ASM mode using the formed color filter.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the invention-in-this-application person found out that the following problems were shown in the liquid crystal display in the conventional ASM mode.

[0014] The plan (drawing seen from the direction perpendicular to the screen) of the liquid crystal display in the above-mentioned conventional ASM mode is shown in drawing 11 . Drawing 11 (a) shows typically the configuration of the corner of one liquid crystal field, and the orientation condition of a liquid crystal molecule, and (b) shows typically arrangement of two or more liquid crystal fields.

[0015] As shown in drawing 11 (a) and (b), in the liquid crystal display in the conventional ASM mode, the macromolecule wall (wall-like structure) for carrying out orientation of the liquid crystal molecule to the shape of axial symmetry was established in the shape of a grid, and got down, and the rectangular liquid crystal field was specified. The angle of this rectangle is right-angled and having the steepness of extent which cannot be disregarded as compared with liquid crystal molecular size cut the result of the invention-in-this-application person's examination part. In the corner of the liquid crystal field of this rectangle, as shown in drawing 11 (a), the direction of orientation over the front face of the macromolecule wall of a liquid crystal molecule became discontinuous, and the orientation of a liquid crystal molecule had become discontinuity. Consequently, dispersion might arise in the viewing-angle property of a liquid crystal display, and it might become the display with a rough deposit.

[0016] Moreover, the black matrix needed to be formed, in order to shade the light which penetrates the periphery (a corner is included) of a liquid crystal field so that the orientation turbulence of the liquid crystal molecule in the periphery (a near macromolecule wall) of a liquid crystal field may not affect a display. If a black matrix is formed, since the numerical aperture of what can control the rough deposit of a display will fall, the brightness of a display falls victim.

[0017] This invention aims at being made in order to solve the above-mentioned technical problem, and having a wide-field-of-view angle property, and there being no rough deposit, and offering the liquid crystal display in which a bright high-definition display is possible, and its manufacture approach.

[0018]

[Means for Solving the Problem] The liquid crystal layer by which the liquid crystal display of this invention was pinched between the 1st substrate, the 2nd substrate, and said 1st substrate and 2nd substrate, It is formed in said liquid crystal layer side of said 1st substrate, and has the wall-like structure which divides said liquid crystal layer into two or more liquid crystal fields. The liquid crystal molecule in said two

or more liquid crystal fields It has the polygon configuration by which, as for said liquid crystal field, the corner was axial-symmetry-orientation-obtuse-angle-ized centering on a shaft perpendicular to the front face of said 1st substrate, and has the configuration from which the direction of orientation over the side face of the wall-like structure of said corner of the liquid crystal molecule in said liquid crystal field is changing continuously, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0019] As for the configuration of said said obtuse-angle-ized corner, being expressed with a curve is desirable. For example, said curves may be radii.

[0020] The configuration of said corner is expressed with the curve of radius of curvature  $R$ , and, as for radius of curvature  $R$ , it is desirable to have the relation of  $R > l_m$  to the molecule length  $l_m$  of a liquid crystal molecule.

[0021] As for the radius of curvature  $R$  of said curve showing the configuration of said corner, it is desirable to have the relation of  $R \leq R'$  to radius  $R'$  of the circle circumscribed to the polygon which said liquid crystal field forms.

[0022] As for said wall-like structure, being formed from the negative-mold photopolymer is desirable.

[0023] The liquid crystal molecule in said liquid crystal field is a liquid crystal display which carries out orientation perpendicularly to the front face of said wall-like structure.

[0024] The manufacture approach of the liquid crystal display of this invention has the liquid crystal layer pinched between the 1st substrate, the 2nd substrate, and said 1st substrate and said 2nd substrate. The process which said liquid crystal layer is the manufacture approach of a liquid crystal display of having two or more liquid crystal fields divided by the wall-like structure, and forms a negative-mold photopolymer layer on said 1st substrate, The process which carries out exaggerated exposure of said negative-mold photopolymer layer through the mask which has the polygonal protection-from-light section, and by developing said exposed negative-mold photopolymer layer The process which forms said wall-like structure which surrounds the field where the corner of the polygon which said protection-from-light section has has the obtuse-angle-ized configuration is included, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0025] An operation is explained below.

[0026] If this invention is used, since the corner of the liquid crystal field of the polygon substantially surrounded by the wall-like structure of the liquid crystal display in ASM mode is obtuse-angle-ized, also in the corner of a liquid crystal field, the orientation of a liquid crystal molecule changes continuously. Therefore, while the orientation turbulence of a liquid crystal molecule is prevented and the variation in the viewing-angle property of a display is controlled, it is not necessary to hide orientation turbulence by the black matrix. Consequently, it has a wide-field-of-view angle property, and there is no rough deposit, and the liquid crystal display in which a bright high-definition display is possible is obtained. The orientation of a liquid crystal molecule becomes stability further for it to be the configuration as which the configuration of a corner is expressed in a curve. Moreover, the effectiveness that a liquid crystal molecule stabilizes the orientation of a liquid crystal molecule in the configuration which carries out orientation at right angles to the wall surface of the wall-like structure is large.

[0027] By adopting the configuration which formed the wall-like structure using the negative-mold photopolymer, the liquid crystal display manufactured easily is obtained by changing the light exposure of the exposure process in the process which forms the conventional wall-like structure (macromolecule wall). That is, in case the wall-like structure is formed using a negative-mold photopolymer, the configuration of the corner of the field substantially surrounded by the wall-like structure can be formed in a curve only by carrying out exaggerated exposure through the mask which has the polygonal protection-from-light section.

[0028]

[Embodiment of the Invention] (Operation gestalt 1) The liquid crystal display 100 of the operation gestalt 1 is typically shown in drawing 1 (a) and (b). Drawing 1 (a) is the sectional view of a liquid crystal display 100, drawing 1 (b) is a plan (drawing seen from the direction perpendicular to a substrate), and drawing 1 (a) is equivalent to the sectional view which met the X-X' line of drawing 1 (b). In the operation gestalt 1, although the configuration using the liquid crystal ingredient which has a negative dielectric anisotropy, and the perpendicular orientation film is illustrated, this operation gestalt is not restricted to these.

[0029] The liquid crystal display 100 has 1st substrate 100a, 2nd substrate 100b, and the liquid crystal layer 30 which the dielectric anisotropy pinched in the meantime becomes from a negative liquid crystal molecule (un-illustrating). 1st substrate 100a is constituted as follows. On the liquid crystal side front face of the 1st transparence substrates 10, such as a glass substrate, the 1st transparent electrode 12 which consists of ITO (indium stannic acid ghost) etc. is formed. Furthermore on the 1st transparent electrode 12, the wall-like

structure 16 which consists of a resin ingredient is formed. Although 16 of the wall-like structure can also be formed using the inorganic material of for example, SiO<sub>2</sub> grade, if a resin ingredient is used, formation of the wall-like structure of 16 is easy. Moreover, by using a transparence resin ingredient, since it becomes possible to make the liquid crystal layer on 16 of the wall-like structure contribute to a display, it is desirable.

[0030] The wall-like structure 16 has the operation to which axial symmetry orientation of the liquid crystal molecule in liquid crystal field 30a is carried out while dividing the liquid crystal layer 30 into two or more liquid crystal field 30a. That is, if it sees from a perpendicular direction from a substrate (screen) as shown in drawing 1 (b), liquid crystal field 30a will be prescribed by the wall-like structure 16, and the wall-like structure 16 will surround liquid crystal field 30a substantially. The wall-like structure 16 in the liquid crystal display of this invention is prolonged in the two directions, the wall-like structure 16 which crosses mutually specifies 30a to the liquid crystal field of an abbreviation polygon, and the configuration of the field which the wall-like structure 16 surrounds substantially has the configuration by which polygonal (rectangle typically corresponding to a picture element) corner 16a was obtuse-angle-ized. It says constituting a corner from the angle (plural being sufficient) or curve which exceeds 90 degrees as obtuse-angle-izing a corner. Of course, the combination of a curve and an obtuse angle may constitute a corner.

[0031] Furthermore, the pillar-shaped projection 20 for specifying the thickness (cel gap) of the liquid crystal layer 30 is alternatively formed in the top face of the wall-like structure 16. On the liquid crystal side front face of 1st substrate 100a in which these were formed, the perpendicular orientation film 18 for carrying out orientation of the liquid crystal molecule (un-illustrating) of the liquid crystal layer 30 is formed so that the 1st transparent electrode 12 and the transparence wall-like structure 16 may be covered at least.

[0032] Moreover, 2nd substrate 100b is constituted as follows. On the front face by the side of the liquid crystal layer 30 of the 2nd transparence substrate 40 of glass substrate \*\*\*\*\*, the 2nd transparent electrode 42 which consists of ITO etc. is formed. Furthermore, the 2nd transparent electrode 42 is covered and the perpendicular orientation film 48 is formed.

[0033] Although the wall-like structure 16 is formed in the shape of an abbreviation grid for example, corresponding to a picture element field, the gestalt of arrangement of the wall-like structure 16 is not restricted to this, and it should just form it by the suitable consistency so that reinforcement with the sufficient pillar-shaped projection 20 may be obtained.

[0034] A well-known electrode configuration and the drive approach can be used for the configuration and the drive approach of the 1st electrode 12 for driving the liquid crystal layer 30, and the 2nd electrode 42. For example, a active-matrix mold or a passive-matrix mold is applicable. Moreover, a plasma address type is applicable. In this case, a plasma discharge channel is prepared instead of one of the electrodes of the 1st electrode 12 or the 2nd electrode 42. In addition, the 1st substrate and the 2nd substrate could be changed by the electrode configuration and the drive approach of applying. That is, the 2nd substrate may have the transparence wall-like structure 16 and the pillar-shaped projection 20.

[0035] Actuation of the liquid crystal display 100 of this operation gestalt is explained referring to drawing 2 (a) - (d). In the condition of not impressing the electrical potential difference to liquid crystal field 30a, as shown in drawing 2 (a), orientation of the liquid crystal molecule 33 is carried out at right angles to a substrate side according to the orientation restraining force of the perpendicular orientation film 18 and 48 formed in the liquid crystal layer side of Substrates 100a and 100b. If this condition is observed with the polarization microscope of a cross Nicol's prism condition, it will become dark field as shown in drawing 2 (b) (Nor Marie Black condition). If the electrical potential difference of a halftone display is impressed to liquid crystal field 30a, since the force of carrying out orientation of the major axis of a molecule to the liquid crystal molecule 33 which has a negative dielectric anisotropy perpendicularly to the direction of electric field will work, as shown in drawing 2 (c), it inclines from a direction perpendicular to a substrate side (halftone display condition). At this time, axial symmetry orientation of the liquid crystal molecule 33 in liquid crystal field 30a is carried out according to an operation of the wall-like structure 16 a core [ the medial axis 35 shown with the broken line in drawing ]. If this condition is observed with the polarization microscope of a cross Nicol's prism condition, as shown in drawing 2 (d), a quenching pattern will be observed in the direction in alignment with a polarization shaft.

[0036] In this specification, concentric circular (tangential) and a radial are included with axial symmetry orientation. Furthermore, for example, the curled form orientation shown in drawing 3 is also included. This curled form orientation is obtained by adding a chiral agent into a liquid crystal ingredient, and giving twist orientation force to it. At up 30T and lower 30B of liquid crystal field 30a, as shown in drawing 3 (c),

orientation is carried out to a curled form, by near [ a center ] 30M, orientation is carried out to concentric circular and twist orientation is carried out to the thickness direction of a liquid crystal layer. Generally the medial axis of axial symmetry orientation is mostly in agreement in the direction of a normal of a substrate. [0037] When a liquid crystal molecule carries out axial symmetry orientation, a viewing-angle property is improvable. If a liquid crystal molecule carries out axial symmetry orientation, since the refractive-index anisotropy of a liquid crystal molecule will be equalized in the direction of an omnidirection angle, in the halftone display condition of the liquid crystal display in the conventional TN mode, there is no seen problem that a viewing-angle property changes greatly with directions of an azimuth. Moreover, if the level orientation film and the liquid crystal ingredient which has a forward dielectric anisotropy are used, axial symmetry orientation will be obtained in electrical-potential-difference the condition of not impressing. Where an electrical potential difference is impressed at least, if it is the configuration which carries out axial symmetry orientation, a wide-field-of-view angle property will be acquired.

[0038] Below, behavior of the gestalt of the transparence wall-like structure 16 which the liquid crystal display of this operation gestalt has, and the liquid crystal molecule of the neighborhood is explained at a detail.

[0039] The partial enlarged drawing near [ which is formed of the wall-like structure 16 of the liquid crystal display shown in drawing 1 (b) ] the corner 16a (the corner of liquid crystal field 30a near [ i.e., ]) is shown in drawing 4 (a). Drawing 4 (a) is drawing seen from the direction perpendicular to a substrate.

[0040] As shown in drawing 4 (a), orientation of the liquid crystal molecule 33 is perpendicularly carried out by the orientation restraining force of the perpendicular orientation film 18 to 16s of side faces of the wall-like structure 16 in the state of no electrical-potential-difference impressing. In the corner of the conventional liquid crystal display shown in drawing 11 The direction of orientation of the liquid crystal molecule 933 which is carrying out orientation perpendicularly to 917s of side faces of the macromolecule wall 917 changes to discontinuity rapidly. Consequently, the configuration of the field which the wall-like structure 16 in the liquid crystal display 100 of this operation gestalt surrounds substantially has the configuration by which polygonal (rectangle typically corresponding to a picture element) corner 16a was obtuse-angle-ized to orientation turbulence having arisen to the liquid crystal field near the corner. In the example of illustration, it has the configuration expressed with a curve. Therefore, since the direction of orientation of the liquid crystal molecule 33 near the corner changes continuously, it does not produce orientation turbulence. That is, the axial symmetry orientation of the liquid crystal molecule in a liquid crystal field exists in stability also in a corner. Consequently, the rough deposit (variation in a viewing-angle property) of the display which originates in the remarkable orientation turbulence of a corner especially in a halftone display seen in the conventional liquid crystal display can be prevented. Therefore, there is no need of establishing the Black matrix for hiding orientation turbulence (or area of opening of the Black matrix being made small), and a bright display can be realized. The effectiveness of stabilization of the orientation by obtuse-angle-izing the corner of the invention in this application has an especially large liquid crystal molecule in the configuration which carries out orientation at right angles to the wall surface of the wall-like structure. In the liquid crystal display using the perpendicular orientation film and a liquid crystal ingredient negative in a dielectric anisotropy, the effectiveness of the display upgrade by stabilization of the orientation of a liquid crystal molecule is large in the white display condition from an orientation condition with many components parallel to a substrate side, i.e., the halftone display condition, of the direction of orientation of a liquid crystal molecule. When the perpendicular orientation film and a dielectric anisotropy use a negative liquid crystal ingredient, the display of the high contrast in a normally black is realizable.

[0041] It depends for the magnitude of corner 16a for the orientation of a liquid crystal molecule to change continuously, or the conditions of a configuration on the liquid crystal ingredient to be used in corner 16a of the field which the wall-like structure 16 surrounds substantially. That is, it is good if extent (magnitude) of change of the configuration of obtuse-angle-ized corner 16a is loose to extent which can be disregarded as compared with liquid crystal molecular size. The configuration and size of corner 16a which were obtuse-angle-ized are explained using the simplified model, referring to (d) from drawing 4 (b). Here, major-axis lay length (henceforth "molecule length") of a liquid crystal molecule is set to  $l_m$ . The molecule length  $l_m$  is about 20nm.

[0042] As shown in drawing 4 (b), when corner 16a is made into the configuration expressed with the curve of a radius  $R$ , in order for the orientation of a liquid crystal molecule to change continuously, it turns out that a radius  $R$  is required more than molecule length  $l_m$  extent. Moreover, as shown in drawing 4 (c) and (d), when corner 16a is constituted from a quadrant of a regular polygon, when an interior angle is 150 degrees, die length  $S_2$  of one side is required [ when an interior angle is 135 degrees, die length  $S_1$  of one side is



required more than molecule length  $l_m$  extent ( drawing 4 (c)), and ] more than abbreviation one half extent of the molecule length  $l_m$  ( drawing 4 (d)). It is thought that the value of the above-mentioned radius  $R$  and the neighboring die length  $S_1$  and  $S_2$  required [ since the minor-axis lay length of a liquid crystal molecule also influences the orientation stability of a liquid crystal molecule in fact ] in order to realize continuous orientation becomes still larger.

[0043] The manufacture approach of the liquid crystal display 100 of this operation gestalt is explained concretely below. 1st substrate 100a was produced as follows. On the 1st transparence substrates 10, such as a glass substrate, the ITO film is formed, patterning of this is carried out, and the 1st transparent electrode 12 with a thickness of about 150nm is formed. Next, on the whole, the acrylic negative-mold photopolymer (for example, CSP-S002 by Fuji film aurin incorporated company) of about 1.0 micrometers of thickness was applied in the spin coater on the 1st transparent electrode 12, and prebaking was performed for about 120 seconds at about 130 degrees C. Furthermore, using the photo mask which has a predetermined grid-like pattern (rectangular protection-from-light section), by ultraviolet rays, pro squeak tea exposure is carried out and negatives are developed. As light exposure, it considered as about 150 mJ/cm<sup>2</sup>, and considered as 50% of exaggerated exposure to standard light exposure 100 mJ/cm<sup>2</sup>. In addition, standard light exposure is the light exposure for obtaining the pattern of a mask, and the resist pattern of the same configuration, and is light exposure from which the configuration reflecting a rectangular angle is acquired. Negatives were developed for about 60 seconds, using CD by Fuji aurin incorporated company as a developer. This development condition is standard development conditions. Postbake was performed at 230 degrees C after washing desiccation for 1 hour. According to the above process, the rectangular corner formed the wall-like structure 16 (height of about 1 micrometer) which surrounds substantially the obtuse-angle-sized field (it corresponds to liquid crystal field 30a) on the 1st transparence substrate 10. What is necessary is just to set up suitably the taper angle (angle which the side face and substrate front face of the wall-like structure 16 make) of the wall-like structure 16. Liquid crystal area size was taken as 140 micrometers of about 160 micrometerx abbreviation.

[0044] In addition, as for the taper angle of the wall-like structure 16, it is desirable that it is within the limits of 10 degrees - 90 degrees. If a taper angle is larger than 90 degrees, since the optical leakage by the orientation turbulence of the liquid crystal molecule in a taper part occurs and the contrast ratio of a display may be reduced, as for a taper angle, it is desirable that it is 90 degrees or less. Moreover, since there is a possibility that the orientation restraining force which the wall-like structure 16 gives to a liquid crystal molecule may decline, and a liquid crystal molecule may not fully carry out axial symmetry orientation when a taper angle becomes less than 10 degrees, as for a taper angle, it is desirable that it is 10 degrees or more.

[0045] Moreover, since orientation restraining force declines and the contrast ratio of a display may be reduced when the height of the wall-like structure 16 is set to less than 0.5 micrometers, as for the height of the wall-like structure 16, it is desirable that it is 0.5 micrometers or more. Furthermore, as for the height of the wall-like structure 16, it is desirable that it is below one half of the ease of carrying out of impregnation of a liquid crystal ingredient to cel thickness (distance between substrates or thickness of a liquid crystal layer). When forming the wall-like structure 16 especially using a transparent ingredient, as for the height of the wall-like structure 16, it is desirable that it is about [ of cel thickness / 1/3 or less ]. The effectiveness of a raise in a numerical aperture that the height of the wall-like structure 16 will be obtained by [ of cel thickness ] forming the wall-like structure 16 using a transparent material if 3 [ about 1-/ ] is exceeded falls.

[0046] Although the corner which has the configuration expressed with a curve was formed in this example, patterning of the negative-mold photopolymer may be carried out on standard exposure condition and development conditions using the mask which has the polygonal protection-from-light section which has the corner which consists of an obtuse angle. Moreover, the wall-like structure which has the corner expressed with a curve may be formed by carrying out exaggerated exposure using the mask which has the polygonal protection-from-light section which has the corner which consists of an obtuse angle. In addition, although it can be performed even if the photopolymer of a positive type is used for the formation process of the wall-like structure 16 which has a corner, the direction which used the negative-mold photopolymer can control the configuration of a corner easily.

[0047] Then, on the wall-like structure 16, the photopolymer, for example, photosensitive polyimide, was used and patterning formation of the pillar-shaped projection 20 was carried out by the photolithography method. The thickness of the photopolymer equivalent to the height of the pillar-shaped projection 20 could be about 5.0 micrometers (a cel gap is about 6.0 micrometers (sum with a height [ of the wall-like structure / of about 1.0 micrometers ], and a height [ of a pillar-shaped projection ] of about 5.0 micrometers)). Then,



on the 1st transparent electrode 12, the wall-like structure 16, and the 1st transparence substrate 10 with which the pillar-shaped projection 20 was formed, further, the spin coat of JALS-204 (product made from JSR) was carried out, and the perpendicular orientation film 18 was formed.

[0048] On the other hand, on the 2nd transparence substrates 40, such as a glass substrate, 2nd substrate 100b formed the ITO film, carried out patterning of this, formed the 2nd transparent electrode 42 with a thickness of 150nm, further, carried out the spin coat of JALS-204 (product made from JSR) on it, and produced it by forming the perpendicular orientation film 48.

[0049] Thus, 1st substrate 100a and 2nd substrate 100b which were produced are joined. Spacing of 1st substrate 100a and 2nd substrate 100b is prescribed by the sum of the height of the wall-like structure 16 prepared in 1st substrate 100a, and the height of the pillar-shaped projection 20 formed on it. The cel gap was set to about 6 micrometers with this operation gestalt. n mold liquid crystal ingredient (the chiral agent was added so that it might become the twist 90 degrees by  $\Delta\epsilon=-4.0$ ,  $\Delta n=0.08$ , and cel gap 6micrometer) is poured in between 1st substrate 100a and 2nd substrate 100b which were joined.

[0050] In addition, as for the liquid crystal display 100 of this operation gestalt, it is desirable for a liquid crystal molecule to carry out axial symmetry orientation to one medial axis to every liquid crystal field 30a. In order to form one medial axis in every liquid crystal field 30a, it is desirable to perform the following axial symmetry orientation actuation.

[0051] Only by pouring in a liquid crystal ingredient, in liquid crystal field 30a, two or more medial axes may be formed and two or more axial symmetry orientation fields may be formed at the time of electrical-potential-difference impression. If two or more medial axes are formed in liquid crystal field 30a, in the electrical-potential-difference-permeability curve shown in drawing 5, the permeability in which the time of going up an electrical potential difference differs from the time of making it descend to the same electrical potential difference may be shown (a hysteresis is shown). If an electrical potential difference is impressed only to the liquid crystal cell which poured in the liquid crystal ingredient and applied voltage is gone up gradually, two or more medial axes will be formed at first, and if it continues impressing the electrical potential difference more than one half of  $V_{th}$  (threshold voltage: electrical potential difference which relative transmittance gives 10%), the medial axis 35 which existed will be set to one to every [ which is specified by the wall-like structure 16 ] liquid crystal field 30a. Therefore, it is desirable to perform axial symmetry actuation of impressing the electrical potential difference more than one half of  $V_{th}$ . Moreover, as for the drive of the liquid crystal display 100 of this operation gestalt, it is desirable to drive from the electrical potential difference more than one half of  $V_{th}$  in the range of saturation voltage  $V_{st}$  (electrical potential difference which gives the maximum permeability). When driver voltage is less than the one half of  $V_{th}$ , two or more cores are formed and an electrical-potential-difference-permeability property may become unstable.

[0052] The result of having observed liquid crystal field 30a of the obtained liquid crystal cell by the transparent mode using the polarization microscope (cross Nicol's prism) in the state of no electrical-potential-difference impressing is typically shown in drawing 6. In the state of no electrical-potential-difference impressing, liquid crystal field 30a is presenting dark field (NOMA reeve rack mode). Although a pattern that it differs typically is attached and the boundary of the wall-like structure 16 and liquid crystal field 30a is clearly shown by drawing 6 in order to distinguish the wall-like structure 16 and liquid crystal field 30a, the boundary of the wall-like structure 16 and liquid crystal field 30a is actually unobservable by polarization microscope observation of a cross Nicol's prism condition. Moreover, also in the halftone display, neither the rough deposit of a display nor the variation of the viewing-angle property of every liquid crystal field 30a (especially corner) was observed.

[0053] (Operation gestalt 2) The liquid crystal display 200 of the operation gestalt 2 by this invention is typically shown in drawing 7. Drawing 7 is the plan (drawing seen from the direction perpendicular to a substrate) of a liquid crystal display 200. Moreover, the mimetic diagram of corner 216a of liquid crystal field 230a of a liquid crystal display 200 is shown in drawing 8 (a) and (b).

[0054] The configuration of corner 216a of a field where the wall-like structure 216 surrounds a liquid crystal display 200 substantially differs from the liquid crystal display 100 of the operation gestalt 1. The corner 216 of liquid crystal field 230a shown in drawing 8 (b) has the configuration expressed with the curve P of the radius of curvature below radius R' of the circle circumscribed to a forming [ liquid crystal field 230a ] polygon, as shown in drawing 8 (a). In addition, the circle circumscribed to a polygon points out a circle with the smallest radius among the circles which touch at least one polygonal angle, and include the whole polygon in the circle, when the polygon which liquid crystal field 230a forms is not a regular polygon.

[0055] In the configuration as which the configuration of corner 216a is expressed in the radius of curvature below radius R' of the circle circumscribed to the polygon of liquid crystal field 230a, the same with having explained the operation gestalt 1, since the direction of orientation of the liquid crystal molecule near the corner 216a changes continuously, orientation turbulence does not arise [ near the corner 216a ], but high display grace can be realized. Moreover, as the operation gestalt 1 was explained, as for the radius of curvature R of the curve P showing the configuration of corner 216a, it is desirable that it is larger than the molecule length  $l_m$  of a liquid crystal molecule.

[0056] In addition, the configuration (rectangle) seen from [ of the pillar-shaped projection 220 of a liquid crystal display 200 ] the screen normal differs from the configuration (circular) of the pillar-shaped projection 20 of a liquid crystal display 100. The configuration of the pillar-shaped projections 220 or 20 is not restricted to the above-mentioned example, but it should just form the pillar-shaped projections 220 or 20 which have a suitable configuration and area by the suitable consistency so that sufficient reinforcement may be obtained. Moreover, a liquid crystal display 200 can be manufactured by the same approach as substantially as a liquid crystal display 100.

[0057]

[Effect of the Invention] Since the corner of the liquid crystal field substantially surrounded by the wall-like structure of the liquid crystal display in ASM mode is obtuse-angle-ized according to this invention, also in the corner of a liquid crystal field, the orientation of a liquid crystal molecule changes continuously. Therefore, while the orientation turbulence of a liquid crystal molecule is prevented and the variation in the viewing-angle property of a display is controlled, it is not necessary to hide orientation turbulence by the Black matrix. Consequently, it has a wide-field-of-view angle property, and there is no rough deposit, and the liquid crystal display in which a bright high-definition display is possible can be offered.

[0058] Moreover, according to this invention, in case the wall-like structure is formed using a negative-mold photopolymer, the configuration of the corner of the field substantially surrounded by the wall-like structure can be formed in a curve only by carrying out exaggerated exposure through the mask which has the polygonal protection-from-light section. Therefore, the method of having a wide-field-of-view angle property, and there being no rough deposit, and manufacturing efficiently the liquid crystal display in which a bright high-definition display is possible is offered.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

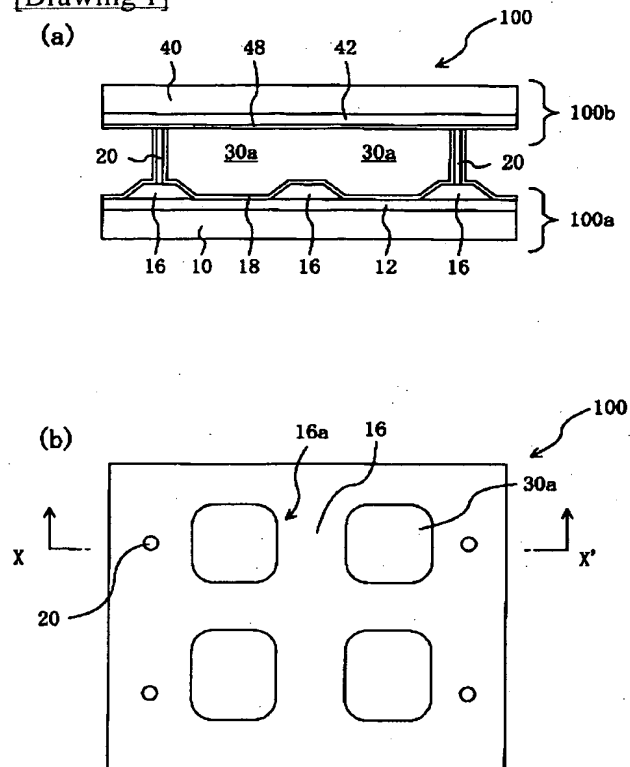
**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

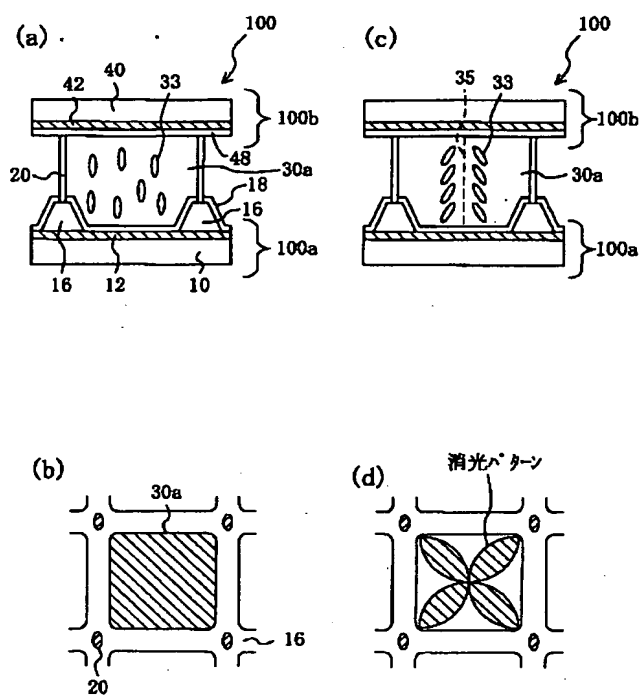
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

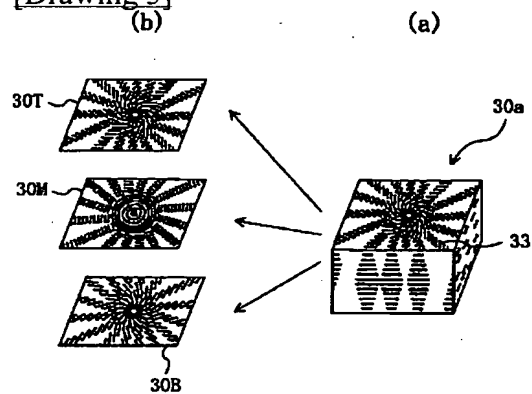
**DRAWINGS**

---

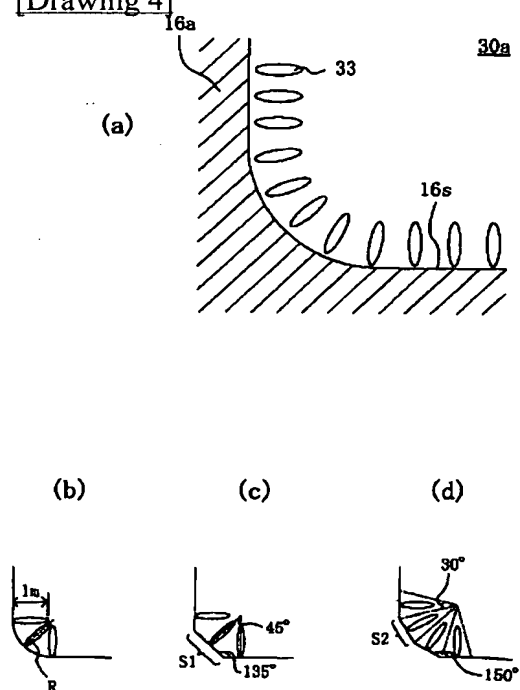
**[Drawing 1]****[Drawing 2]**



[Drawing 3]



[Drawing 4]



透明電極

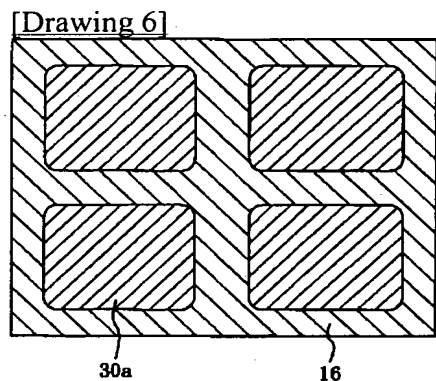
おへコート (OC) 層

着色層

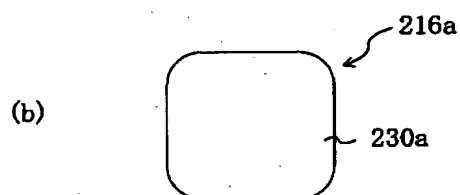
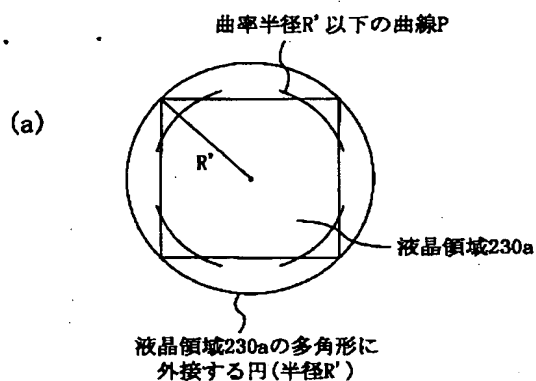
着色層

ブラックマトリクス (BM)

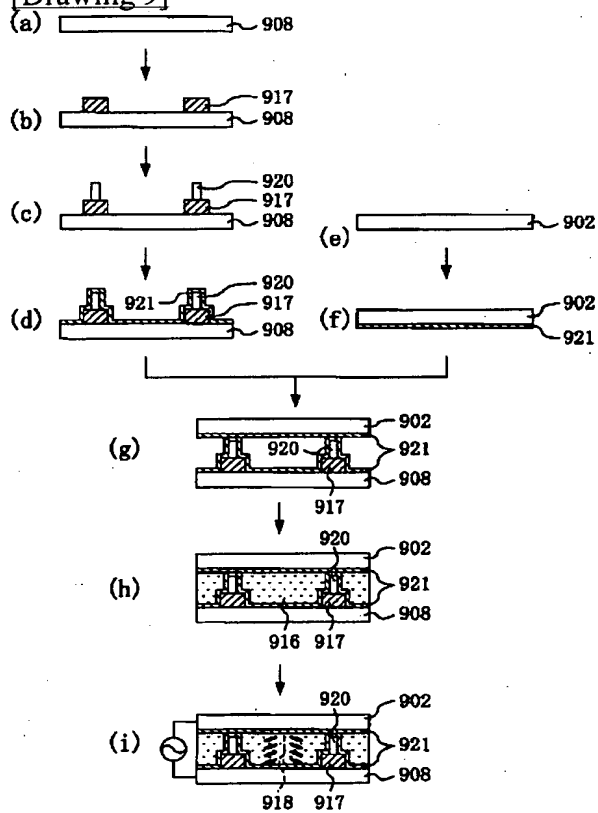
ガラス基板



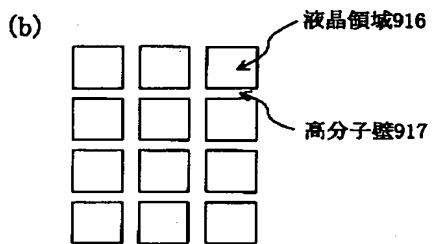
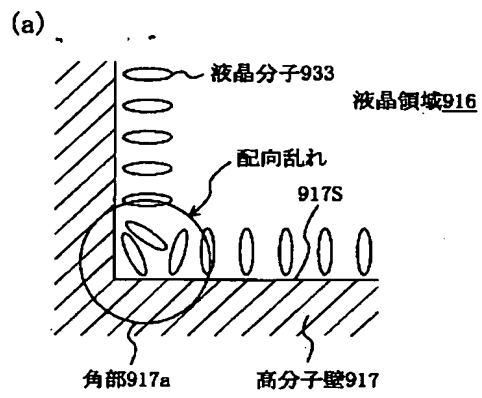
5/5/2006



[Drawing 9]



[Drawing 11]



[Translation done.]





(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と第2基板との間に挟持された液晶層と、前記第1基板の前記液晶層側に形成され、前記液晶層を複数の液晶領域に分割する壁状構造体とを有し、

前記複数の液晶領域内の液晶分子は、前記第1基板の表面に垂直な軸を中心に軸対称配向し、前記液晶領域は角部が鈍角化された多角形状を有し、前記液晶領域内の液晶分子の前記角部の壁状構造体の側面に対する配向方向が連続的に変化している液晶表示装置。

【請求項2】 前記鈍角化された前記角部の形状は、曲線で表される請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記角部の形状は、曲率半径 $R$ の曲線で表され、曲率半径 $R$ は液晶分子の分子長 $l$ に対して、 $R > l$ の関係の有する請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記角部の形状を表す前記曲線の曲率半径 $R$ は、前記液晶領域が形成する多角形に外接する円の半径 $R'$ に対して、 $R \leq R'$ の関係を有する、請求項3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記壁状構造体は、ネガ型感光性樹脂から形成されている請求項1から4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記液晶領域内の液晶分子は、前記壁状構造体の表面に対して垂直に配向する請求項1から5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項7】 第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に挟持された液晶層とを有し、前記液晶層が壁状構造体によって分割された複数の液晶領域を有する液晶表示装置の製造方法であって、前記第1基板上にネガ型感光性樹脂層を形成する工程と、

前記ネガ型感光性樹脂層を多角形の遮光部を有するマスクを介してオーバー露光する工程と、

前記露光されたネガ型感光性樹脂層を現像することによって、前記遮光部が有する多角形の角部が鈍角化された形状を有する領域を包囲する前記壁状構造体を形成する工程と、

を包含する、液晶表示装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置およびその製造方法に関する。特に、壁状構造体によって分割された液晶領域内に軸対称配向した液晶分子を有する液晶表示装置およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、電気光学効果を用いた表示装置として、ネマティック液晶を用いたTN（ツイストネマティック）型や、STN（スーパーツイストネマティック）型の液晶表示装置が用いられている。これらの液晶

2

表示装置の視野角を広くする技術の開発が精力的に行われている。

【0003】これまでに提案されているTN型液晶表示装置の広視野角化技術の1つとして、特開平6-301015号公報および特開7-120728号公報には、高分子壁によって分割された液晶領域内に軸対称配向した液晶分子を有する液晶表示装置、いわゆるASM（Axially Symmetrically aligned Microcell）モードの液晶表示装置が開示されている。高分子壁で実質的に包囲された液晶領域は、典型的には、絵素ごとに形成される。ASMモードの液晶表示装置は、液晶分子が軸対称配向しているので、観察者がどの方向から液晶表示装置を見ても、コントラストの変化が少なく、すなわち、広視野角特性を有する。

【0004】上記の公報に開示されているASMモードの液晶表示装置は、重合性材料と液晶材料との混合物を重合誘起相分離させることによって製造される。

【0005】図9（a）～（i）を参照しながら、従来のASMモードの液晶表示装置の製造方法を説明する。まず、ガラス基板908の片面にカラーフィルタおよび電極を形成した基板を用意する（工程（a））。なお、簡単のためにガラス基板908の上面に形成されている電極およびカラーフィルタは図示していない。なお、カラーフィルタの形成方法は後述する。

【0006】次に、ガラス基板908の電極およびカラーフィルタが形成されている面に、液晶分子を軸対称配向させるための高分子壁917を、例えば、格子状に形成する（工程（b））。感光性樹脂材料をスピン塗布した後、所定のパターンを有するフォトリソマスクを介して露光し、現像することによって、格子状の高分子壁を形成する。感光性樹脂材料は、ネガ型でもポジ型でもよい。また、別途レジスト膜を形成する工程が増えるが、感光性の無い樹脂材料を用いて形成することもできる。

【0007】得られた高分子壁917の一部の頂部に、柱状突起920を離散的にパターンニング形成する（工程（c））。柱状突起920も感光性樹脂材料を露光・現像することにより形成される。

【0008】高分子壁917および柱状突起920が形成されたガラス基板の表面をポリイミド等の垂直配向剤921で被覆する（工程（d））。一方、電極を形成した対向側ガラス基板902上も垂直配向剤921で被覆する（工程（e）および工程（f））。

【0009】電極を形成した面を内側にして、得られた2枚の基板を貼り合わせ、液晶セルを形成する（工程（g））。2枚の基板の間隔（セルギャップ；液晶層の厚さ）は、高分子壁917と柱状突起920の高さの和によって規定される。

【0010】得られた液晶セルの間隙に真空注入法などにより、液晶材料を注入する（工程（h））。最後に、

(3)

3

例えば、対向配設された1つの電極間に電圧を印加することによって、液晶領域916内の液晶分子を軸対称に配向制御する(工程(i))。高分子壁917によって分割された液晶領域内の液晶分子は、図9(i)中の破線で示す軸918(両基板に垂直)を中心に軸対称配向する。

【0011】図10に、従来カラーフィルタの断面構造を示す。ガラス基板上に着色パターン間の隙間を遮光するためのブラックマトリクス(BM)と、各絵素に対応した赤・緑・青(R・G・B)の着色樹脂層が形成されている。これらの上に、平滑性の改善などのためにアクリル樹脂やエポキシ樹脂からなる厚さ約0.5~2.0  $\mu\text{m}$ のオーバーコート(OC)層が形成されている。さらにこの上に、透明の信号電極のインジウム錫酸化物(ITO)膜が形成されている。BM膜は、一般に、膜厚が約100~150nmの金属クロム膜からなる。着色樹脂層には樹脂材料を染料や顔料で着色したものが用いられ、その膜厚は、約1~3  $\mu\text{m}$ が一般的である。

【0012】カラーフィルタの形成方法としては、基板上に形成した感光性の着色樹脂層をフォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングする方法が用いられる。例えば、赤(R)・緑(G)・青(B)のそれぞれの色の感光性樹脂材料を用いて、感光性着色樹脂の形成・露光・現像をそれぞれ(合計3回)行うことによって、R・G・Bのカラーフィルタを形成することができる。感光性の着色樹脂層を形成する方法は、液状の感光性着色樹脂材料(溶剤で希釈したもの)をスピンコート法などで基板に塗布する方法や、ドライフィルム化された感光性着色樹脂材料を転写する方法などがある。このようにして形成したカラーフィルタを用いて、前述のASMモードの液晶表示装置を作製することにより、広視野角特性を有するカラー液晶表示装置が得られる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のASMモードの液晶表示装置に以下の問題があることを本願発明者は見出した。

【0014】上記の従来のASMモードの液晶表示装置の上面図(表示面に垂直な方向から見た図)を図11に示す。図11(a)は一つの液晶領域の角部の形状と液晶分子の配向状態を模式的に示し、(b)は複数の液晶領域の配置を模式的に示す。

【0015】図11(a)及び(b)に示したように、従来のASMモードの液晶表示装置においては、液晶分子を軸対称状に配向させるための高分子壁(壁状構造体)は、格子状に設けられおり、矩形の液晶領域を規定していた。この矩形の角は直角であり、液晶分子の大きさと比較して無視できない程度の急峻性を有していることが本願発明者の検討した結果分かった。この矩形の液晶領域の角部においては、図11(a)に示したように、液晶分子の高分子壁の表面に対する配向方向が不連

4

続となり、液晶分子の配向が不連続となっていた。その結果、液晶表示装置の視角特性にばらつきが生じ、ざらつきのある表示となることがあった。

【0016】また、液晶領域の周辺部(高分子壁近傍)における液晶分子の配向乱れが表示に影響を及ぼさないように、液晶領域の周辺部(角部を含む)を透過する光を遮光するためにブラックマトリクスを形成する必要があった。ブラックマトリクスを形成すると、表示のざらつきを抑制することはできるものの、開口率が低下するので表示の明るさが犠牲になる。

【0017】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、広視野角特性を有し、かつ、ざらつきが無く明るい高品位の表示が可能な液晶表示装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と第2基板との間に挟持された液晶層と、前記第1基板の前記液晶層側に形成され、前記液晶層を複数の液晶領域に分割する壁状構造体とを有し、前記複数の液晶領域内の液晶分子は、前記第1基板の表面に垂直な軸を中心に軸対称配向し、前記液晶領域は角部が鈍角化された多角形状を有し、前記液晶領域内の液晶分子の前記角部の壁状構造体の側面に対する配向方向が連続的に変化している構成を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0019】前記鈍角化された前記角部の形状は、曲線で表されることが好ましい。例えば、前記曲線は円弧であつてもよい。

【0020】前記角部の形状は、曲率半径Rの曲線で表され、曲率半径Rは液晶分子の分子長l mに対して、 $R > l m$ の関係を有することが好ましい。

【0021】前記角部の形状を表す前記曲線の曲率半径Rは、前記液晶領域が形成する多角形に外接する円の半径R'に対して、 $R \leq R'$ の関係を有することが好ましい。

【0022】前記壁状構造体は、ネガ型感光性樹脂から形成されていることが好ましい。

【0023】前記液晶領域内の液晶分子は、前記壁状構造体の表面に対して垂直に配向する液晶表示装置。

【0024】本発明の液晶表示装置の製造方法は、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に挟持された液晶層とを有し、前記液晶層が壁状構造体によって分割された複数の液晶領域を有する液晶表示装置の製造方法であつて、前記第1基板上にネガ型感光性樹脂層を形成する工程と、前記ネガ型感光性樹脂層を多角形の遮光部を有するマスクを介してオーバー露光する工程と、前記露光されたネガ型感光性樹脂層を現像することによって、前記遮光部が有する多角形の角部が鈍角化された形状を有する領域を包囲する前記壁状構造体を形成する工程とを包含し、そのことによって上記目的

5

が達成される。

【0025】以下作用について説明する。

【0026】本発明を用いれば、ASMモードの液晶表示装置の壁状構造体によって実質的に包囲される多角形の液晶領域の角部が鈍角化されているので、液晶領域の角部においても液晶分子の配向が連続的に変化する。従って、液晶分子の配向乱れが防止され、表示の視角特性のバラツキが抑制されるとともに、ブラックマトリクスによって配向乱れを隠す必要もない。その結果、広視野角特性を有し、かつ、ざらつきが無く明るい高品位の表示が可能な液晶表示装置が得られる。角部の形状が曲線で表される形状であると、液晶分子の配向がさらに安定になる。また、液晶分子が壁状構造体の壁面に垂直に配向する構成において、液晶分子の配向を安定化する効果が大きい。

【0027】壁状構造体をネガ型感光性樹脂を用いて形成した構成を採用することによって、従来の壁状構造体（高分子壁）を形成するプロセスにおける露光工程の露光量を変更することによって容易に製造される液晶表示装置が得られる。すなわち、ネガ型感光性樹脂を用いて壁状構造体を形成する際に、多角形の遮光部を有するマスクを介してオーバー露光するだけで、壁状構造体によって実質的に包囲される領域の角部の形状を曲線に形成することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】（実施形態1）実施形態1の液晶表示装置100を模式的に図1（a）および（b）に示す。図1（a）は液晶表示装置100の断面図であり、図1（b）は上面図（基板に垂直な方向から見た図）であり、図1（a）は、図1（b）のX-X'線に沿った断面図に相当する。実施形態1においては、負の誘電異方性を有する液晶材料と、垂直配向膜とを用いた構成を例示するが、本実施形態はこれらに限られない。

【0029】液晶表示装置100は、第1基板100aと第2基板100bと、その間に挟持された誘電異方性が負の液晶分子（不図示）からなる液晶層30とを有している。第1基板100aは、以下のように構成されている。ガラス基板等の第1透明基板10の液晶側表面上には、ITO（インジウム錫酸化物）等からなる第1透明電極12が形成される。さらに第1透明電極12の上に、例えば樹脂材料からなる壁状構造体16が形成される。壁状構造体の16は例えばSiO<sub>2</sub>等の無機材料を用いて形成することもできるが、樹脂材料を用いると壁状構造体の16の形成が容易である。また、透明樹脂材料を用いることによって、壁状構造体の16上の液晶層を表示に寄与させることが可能となるので好ましい。

【0030】壁状構造体16は、液晶層30を複数の液晶領域30aに分割するとともに、液晶領域30a内の液晶分子を軸対称配向させる作用を有する。すなわち、図1（b）に示したように、基板（表示面）から垂直な

(4)

6

方向から見ると、液晶領域30aは壁状構造体16によって規定され、壁状構造体16は液晶領域30aを実質的に包囲する。本発明の液晶表示装置における壁状構造体16は、2つの方向に延び、互いに交差する壁状構造体16が、略多角形の液晶領域に30aを規定し、壁状構造体16が実質的に包囲する領域の形状は、多角形

（典型的には絵素に対応した矩形）の角部16aが鈍角化された形状を有している。角部を鈍角化すると、90度を超える角（複数でも良い）または曲線で角部を構成することをいう。勿論、曲線と鈍角との組み合わせによって角部を構成しても良い。

【0031】さらに壁状構造体16の上面には、液晶層30の厚さ（セルギャップ）を規定するための柱状突起20が選択的に形成される。これらを形成した第1基板100aの液晶側表面上に、液晶層30の液晶分子（不図示）を配向するための垂直配向膜18が、少なくとも第1透明電極12および透明壁状構造体16を覆うように設けられている。

【0032】また、第2基板100bは以下のように構成される。ガラス基板等などの第2透明基板40の液晶層30側の表面上に、ITOなどからなる第2透明電極42が形成される。更に、第2透明電極42を覆って、垂直配向膜48が形成される。

【0033】壁状構造体16は、例えば絵素領域に対応して略格子状に設けられるが、壁状構造体16の配置の形態はこれに限られるものではなく、また、柱状突起20は、十分な強度が得られるように、適当な密度で形成すればよい。

【0034】液晶層30を駆動するための第1電極12および第2電極42の構成および駆動方法には、公知の電極構成および駆動方法を用いることができる。例えば、アクティブマトリクス型、または単純マトリクス型が適用できる。また、プラズマアドレス型を適用することができる。この場合、第1電極12または、第2電極42のどちらか一方の電極の代わりにプラズマ放電チャネルが設けられる。なお、適用する電極構成および駆動方法によって第1基板と第2基板は入れ替わっていてもよい。すなわち、第2基板が透明壁状構造体16および柱状突起20を有していてもよい。

【0035】本実施形態の液晶表示装置100の動作を図2（a）～（d）を参照しながら説明する。液晶領域30aに電圧を印加していない状態においては、図2

（a）に示すように、液晶分子33は、基板100a及び100bの液晶層側に形成された垂直配向膜18および48の配向規制力によって、基板面に垂直に配向する。この状態をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察すると、図2（b）に示す様に暗視野となる（ノーマリーブラック状態）。液晶領域30aに中間調表示の電圧を印加すると、負の誘電異方性を有する液晶分子33に、分子の長軸を電界の方向に対して垂直に配向させる力が

(5)

7

働くので、図2(c)に示すように基板面に垂直な方向から傾く(中間調表示状態)。このとき、壁状構造体16の作用によって、液晶領域30a内の液晶分子33は、図中の破線で示した中心軸35を中心に、軸対称配向する。この状態をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察すると図2(d)に示すように、偏光軸に沿った方向に消光模様が観察される。

【0036】本明細書において、軸対称配向とは、同心円状(tangential)や放射状を含む。さらに、例えば、図3に示した渦巻き状配向も含む。この渦巻き状配向は、液晶材料にカイラル剤を添加してツイスト配向力を与えることによって得られる。液晶領域30aの上部30Tおよび下部30Bでは、図3(c)に示したように渦巻き状に配向し、中央付近30Mでは同心円状に配向しており、液晶層の厚さ方向に対してツイスト配向している。軸対称配向の中心軸は、一般に基板の法線方向にほぼ一致する。

【0037】液晶分子が軸対称配向することによって、視角特性を改善することができる。液晶分子が軸対称配向すると、液晶分子の屈折率異方性が全方位角方向において平均化されるので、従来のTNモードの液晶表示装置の中間調表示状態において、見られた、視角特性が方位角方向によって大きく異なるという問題が無い。また、水平配向膜と正の誘電異方性を有する液晶材料を用いれば電圧無印加状態において軸対称配向が得られる。少なくとも電圧を印加した状態で、軸対称配向する構成であれば、広視野角特性が得られる。

【0038】以下に、本実施形態の液晶表示装置が有する透明壁状構造体16の形態、およびその付近の液晶分子の振る舞いについて詳細に説明する。

【0039】図1(b)に示した液晶表示装置の壁状構造体16によって形成される角部16a近傍、すなわち液晶領域30aの角部近傍の部分拡大図を図4(a)に示す。図4(a)は、基板に垂直な方向から見た図である。

【0040】図4(a)に示されるように、電圧無印加状態で液晶分子33は、垂直配向膜18の配向規制力により、壁状構造体16の側面16sに対して垂直に配向されている。図11に示した従来の液晶表示装置の角部では、高分子壁917の側面917sに対して垂直に配向している液晶分子933の配向方向が急激に不連続に変化し、その結果、角部近傍の液晶領域に配向乱れが生じていたのに対し、本実施形態の液晶表示装置100における壁状構造体16が実質的に包囲する領域の形状は、多角形(典型的には絵素に対応した矩形)の角部16aが鈍角化された形状を有している。図示の例では、曲線で表される形状を有している。従って、角部近傍の液晶分子33の配向方向は連続的に変化するので、配向乱れを生じない。すなわち、液晶領域内の液晶分子の軸対称配向が角部においても安定に存在する。その結果、

8

従来の液晶表示装置において見られた、特に中間調表示において顕著な、角部の配向乱れに起因する表示のざらつき(視角特性のバラツキ)を防止することができる。従って、配向乱れを隠すためのブラックマトリクスを設ける(あるいは、ブラックマトリクスの開口部の面積を小さくする)必要がなく、明るい表示を実現することができる。本願発明の角部を鈍角化することによる配向の安定化の効果は、特に、液晶分子が壁状構造体の壁面に垂直に配向する構成において大きい。垂直配向膜と誘電異方性が負の液晶材料を用いた液晶表示装置においては、液晶分子の配向方向の基板面に平行な成分が多い配向状態、すなわち中間調表示状態から白表示状態において、液晶分子の配向の安定化による表示品位向上の効果が大きい。垂直配向膜と誘電異方性が負の液晶材料を用いることによって、ノーマリブラックで高コントラストの表示を実現できる。

【0041】壁状構造体16が実質的に包囲する領域の角部16aにおいて、液晶分子の配向が連続的に変化するための角部16aの大きさや形状の条件は、用いる液晶材料に依存する。すなわち、鈍角化された角部16aの形状の変化の程度(大きさ)が、液晶分子の大きさに比較して無視できる程度に緩やかであればよい。鈍角化された角部16aの形状および大きさについて、図4(b)から(d)を参照しながら、単純化したモデルを用いて説明する。ここで、液晶分子の長軸方向の長さ(以下、「分子長」という。)を $l$ mとする。分子長 $l$ mは、例えば約20nmである。

【0042】図4(b)に示したように、角部16aを半径 $R$ の曲線で表される形状とした場合には、液晶分子の配向が連続的に変化するためには、半径 $R$ が分子長 $l$ m程度以上必要であることがわかる。また、図4(c)および(d)に示したように、角部16aを正多角形の4分の1で構成した場合、内角が $135^\circ$ のときには一辺の長さ $S1$ は分子長 $l$ m程度以上必要であり(図4(c))、内角が $150^\circ$ のときには一辺の長さ $S2$ は分子長 $l$ mの約半分程度以上必要である(図4(d))。実際には液晶分子の短軸方向の長さも液晶分子の配向安定性に影響するので、連続的な配向を実現するために必要な、上記の半径 $R$ 、辺の長さ $S1$ および $S2$ の値は、さらに大きくなると考えられる。

【0043】本実施形態の液晶表示装置100の製造方法を以下に具体的に説明する。第1基板100aを次のようにして作製した。ガラス基板などの第1透明基板10上ITO膜を成膜し、これをパターニングして、厚さ約150nmの第1透明電極12を形成する。次に、第1透明電極12上に全体的に膜厚約1.0 $\mu$ mのアクリル系ネガ型感光性樹脂(例えば、富士フィルムオーリン株式会社製のCSP-S002)をスピンコートにて塗布し、約130℃で、約120秒間プリバークを行った。さらに、所定の格子状パターン(矩形の遮光部)を

(6)

9

有するフォトリソマスクを用いて紫外線でプロキシミティー露光し、現像する。露光量としては、約 $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ とし、標準の露光量 $100\text{ mJ}/\text{cm}^2$ に対して50%のオーバー露光とした。なお、標準の露光量とは、マスクのパターンと同一形状のレジストパターンを得るための露光量であり、矩形の角を反映した形状が得られる露光量である。現像液としては、富士オーリン株式会社製のCDを用いて約60秒現像した。この現像条件は、標準の現像条件である。洗浄乾燥後に $230^\circ\text{C}$ で1時間ポストベークを行った。以上の工程によって、第1透明基板10上に矩形の角部が鈍角化された領域（液晶領域30aに対応する）を実質的に包囲する壁状構造体16（高さ約 $1\text{ }\mu\text{m}$ ）を形成した。壁状構造体16のテーパ角（壁状構造体16の側面と基板表面とがなす角）は適宜設定すればよい。液晶領域の大きさは、約 $160\text{ }\mu\text{m}\times$ 約 $140\text{ }\mu\text{m}$ とした。

【0044】なお、壁状構造体16のテーパ角は、 $10^\circ\sim 90^\circ$ の範囲内にあることが好ましい。テーパ角が $90^\circ$ より大きいと、テーパ部分での液晶分子の配向乱れによる光漏れが発生し、表示のコントラスト比を低下させる場合があるので、テーパ角は $90^\circ$ 以下であることが好ましい。また、テーパ角が $10^\circ$ 未満になると、壁状構造体16が液晶分子に与える配向規制力が低下し、液晶分子が十分に軸対称配向しなくなる虞があるので、テーパ角は $10^\circ$ 以上であることが好ましい。

【0045】また、壁状構造体16の高さが $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 未満になると配向規制力が低下してしまい、表示のコントラスト比を低下させることがあるので、壁状構造体16の高さは $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。さらに、壁状構造体16の高さは、液晶材料の注入のし易さからセル厚（基板間距離または液晶層の厚さ）の半分以下であることが好ましい。特に、透明な材料を用いて壁状構造体16を形成する場合には、壁状構造体16の高さはセル厚の $1/3$ 程度以下であることが好ましい。壁状構造体16の高さがセル厚の約 $1/3$ を超えると、透明材料を用いて壁状構造体16を形成することによって得られる高開口率化の効果が低下する。

【0046】この例では、曲線で表される形状を有する角部を形成したが、鈍角からなる角部を有する多角形の遮光部を有するマスクを用いて、標準の露光条件・現像条件でネガ型感光性樹脂をパターンニングしてもよい。また、鈍角からなる角部を有する多角形の遮光部を有するマスクを用いてオーバー露光することによって、曲線で表される角部を有する壁状構造体を形成しても良い。なお、角部を有する壁状構造体16の形成工程は、ポジ型の感光性樹脂を用いても実行することができるが、ネガ型感光性樹脂を用いた方が角部の形状を容易に制御することができる。

【0047】その後、壁状構造体16上に、柱状突起20を感光性樹脂たとえば感光性ポリイミドを用いて、フ

10

ォトリソグラフィ法でパターンニング形成した。柱状突起20の高さに相当する感光性樹脂の膜厚は、約 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ （セルギャップは約 $6.0\text{ }\mu\text{m}$ （壁状構造体の高さ約 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ と柱状突起の高さ約 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ の和））とした。その後、第1透明電極12、壁状構造体16、柱状突起20が形成された第1透明基板10上にさらに、JALS-204（JSR社製）をスピンコートし、垂直配向膜18を形成した。

【0048】一方、第2基板100bは、ガラス基板などの第2透明基板40上にITO膜を成膜し、これをパターンニングして、厚さ $150\text{ nm}$ の第2透明電極42を形成し、さらにその上にJALS-204（JSR社製）をスピンコートし、垂直配向膜48を形成することによって作製した。

【0049】このようにして、作製された第1基板100aと第2基板100bとを接合する。第1基板100aと第2基板100bとの間隔は、第1基板100aに設けられている壁状構造体16の高さと、その上に形成された柱状突起20の高さととの和によって規定される。本実施形態では、セルギャップを約 $6\text{ }\mu\text{m}$ とした。接合された第1基板100aと第2基板100bとの間にn型液晶材料（ $\Delta\epsilon=-4.0$ 、 $\Delta n=0.08$ 、セルギャップ $6\text{ }\mu\text{m}$ で $90^\circ$ ツイストとなるようにカイラル剤を添加した）を注入する。

【0050】なお、本実施形態の液晶表示装置100は、液晶領域30a毎に一つの中心軸に対して液晶分子が軸対称配向することが望ましい。液晶領域30a毎に一つの中心軸を形成するために、以下の軸対称配向操作を行うことが好ましい。

【0051】液晶材料を注入しただけでは、電圧印加時に、液晶領域30a内に複数の中心軸が形成され、複数の軸対称配向領域が形成されることがある。液晶領域30a内に複数の中心軸が形成されると、図5に示した電圧-透過率曲線において、電圧を上昇するときと、降下させるときとで、同じ電圧に対して異なる透過率を示す（ヒステリシスを示す）場合がある。液晶材料を注入しただけの液晶セルに電圧を印加し、印加電圧を徐々に上昇すると、最初、複数の中心軸が形成され、 $V_{th}$ （閾値電圧：相対透過率が10%を与える電圧）の半分以上の電圧を印加し続けると、複数存在していた中心軸35が、壁状構造体16によって規定される液晶領域30a毎に一つになる。従って、 $V_{th}$ の半分以上の電圧を印加する軸対称操作を行うことが好ましい。また、本実施形態の液晶表示装置100の駆動は、 $V_{th}$ の半分以上の電圧から飽和電圧 $V_{st}$ （最大透過率を与える電圧）の範囲で駆動することが好ましい。駆動電圧が $V_{th}$ の半分以上を下回ると、複数の中心が形成され、電圧-透過率特性が不安定になることがある。

【0052】得られた液晶セルの液晶領域30aを、電圧無印加状態で偏光顕微鏡（クロスニコル）を用いて透

(7)

11

過モードで観察した結果を模式的に図6に示す。電圧無印加状態では、液晶領域30aは暗視野を呈している（ノーマリーブラックモード）。図6では、壁状構造体16と液晶領域30aとを区別するために模式的に異なる模様を付し、壁状構造体16と液晶領域30aとの境界を明確に示しているが、実際にクロスニコル状態の偏光顕微鏡観察では、壁状構造体16と液晶領域30aとの境界は観察できない。また、中間調表示においても、表示のざらつきや、液晶領域30a毎（特に角部）の視角特性のパラツキは観察されなかった。

【0053】（実施形態2）本発明による実施形態2の液晶表示装置200を模式的に図7に示す。図7は液晶表示装置200の上面図（基板に垂直な方向から見た図）である。また、図8（a）および（b）に、液晶表示装置200の液晶領域230aの角部216aの模式図を示す。

【0054】液晶表示装置200は、壁状構造体216が実質的に包囲する領域の角部216aの形状が、実施形態1の液晶表示装置100と異なる。図8（b）に示した液晶領域230aの角部216aは、図8（a）に示したように、液晶領域230aが形成するの多角形に外接する円の半径R'以下の曲率半径の曲線Pで表される形状を有している。なお、多角形に外接する円とは、液晶領域230aが形成する多角形が正多角形でない場合には、多角形の少なくとも1つの角に接し、且つ、多角形全体をその円内に包含する円の内、最も半径の小さな円を指す。

【0055】角部216aの形状が、液晶領域230aの多角形に外接する円の半径R'以下の曲率半径で表される構成においては、実施形態1について説明したのと同様に、角部216aの近傍の液晶分子の配向方向が連続的に変化するので、角部216aの近傍において配向乱れが生じず、高い表示品位を実現することができる。また、角部216aの形状を表す曲線Pの曲率半径Rは、実施形態1について説明したように、液晶分子の分子長lmより大きいことが好ましい。

【0056】なお、液晶表示装置200の柱状突起220の表示面法線方向から見た形状（矩形）は、液晶表示装置100の柱状突起20の形状（円形）と異なっている。柱状突起220または20の形状は、上記の例に限られず、十分な強度が得られるように、適当な形状および面積を有する柱状突起220または20を適当な密度で形成すればよい。また、液晶表示装置200は、液晶表示装置100と実質的に同じ方法で製造することができる。

【0057】

【発明の効果】本発明によると、ASMモードの液晶表示装置の壁状構造体によって実質的に包囲される液晶領域の角部が鈍角化されているので、液晶領域の角部においても液晶分子の配向が連続的に変化する。従って、液

12

晶分子の配向乱れが防止され、表示の視角特性のパラツキが抑制されるとともに、ブラックマトリクスによって配向乱れを隠す必要もない。その結果、広視野角特性を有し、かつ、ざらつきが無く明るい高品位の表示が可能な液晶表示装置を提供することができる。

【0058】また、本発明によると、ネガ型感光性樹脂を用いて壁状構造体を形成する際に、多角形の遮光部を有するマスクを介してオーバー露光するだけで、壁状構造体によって実質的に包囲される領域の角部の形状を曲線に形成することができる。従って、広視野角特性を有し、かつ、ざらつきが無く明るい高品位の表示が可能な液晶表示装置を効率良く製造する方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の液晶表示装置の模式的に示した図であり、（a）は断面図、（b）は上面図を示す。

【図2】ASMモードの液晶表示装置の動作を説明する模式図であり、（a）と（b）は電圧無印加時、（c）と（d）は電圧印加時をそれぞれ示す。

【図3】液晶領域内の液晶分子の軸対称配向状態を表す模式図である。

【図4】本発明の液晶表示装置の液晶領域をモデル化し、液晶領域内の液晶分子の配向状態を表す模式図である。

【図5】本発明の液晶表示装置の電圧—透過率特性を模式的に示すグラフである。

【図6】実施形態1の液晶セルを偏光顕微鏡（クロスニコル）で観察した結果を模式的に示す図である。

【図7】実施形態2の液晶表示装置を模式的に示す上面図である。

【図8】（a）および（b）は、実施形態2の液晶表示装置の液晶領域の角部の形状を説明するための模式図である。

【図9】従来のASMモードの液晶表示装置の製造方法を示す図である。

【図10】従来のカラーフィルタ基板の断面図である。

【図11】従来のASMモードの液晶表示装置の上面図である。（a）は液晶領域の角部における液晶分子の配向状態を模式的に示す図であり、（b）は複数の液晶領域の配置を示す図である。

【符号の説明】

- 10、40 ガラス基板
- 12、42 透明電極
- 16、216 壁状構造体
- 16a、216a 角部
- 18、48 垂直配向膜
- 20、220 柱状突起
- 30 液晶層
- 30a、230a 液晶領域
- 33、933 液晶分子
- 35 対称軸（中心軸）

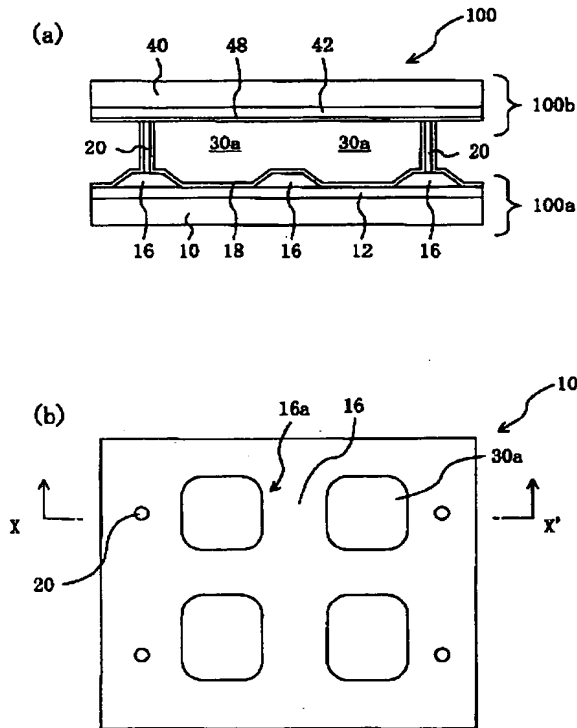


(8)

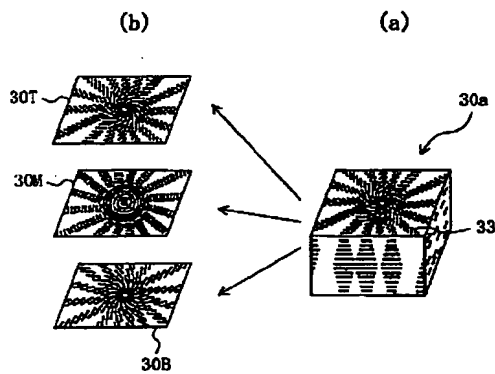
13  
100、200 液晶表示装置  
100a 第1基板

100b 第2基板

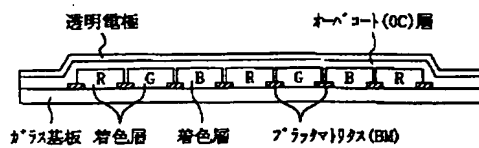
【図1】



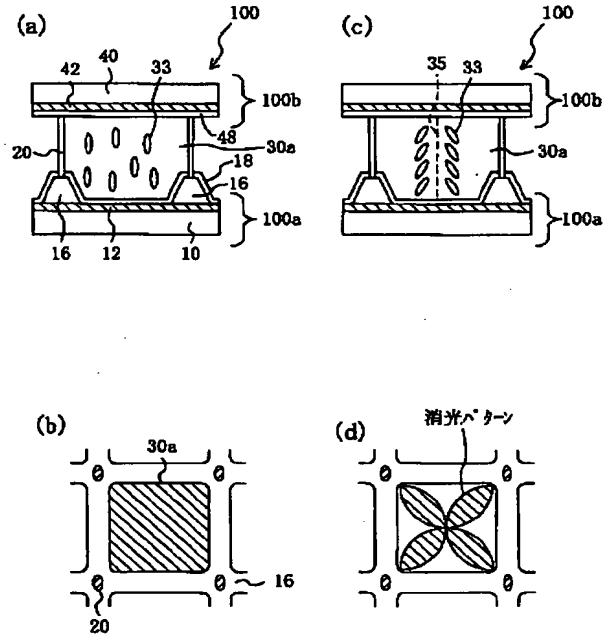
【図3】



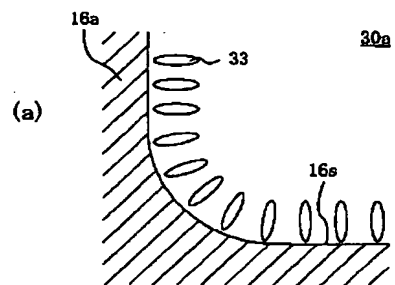
【図10】



【図2】



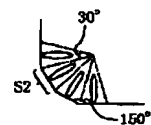
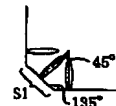
【図4】



(b)

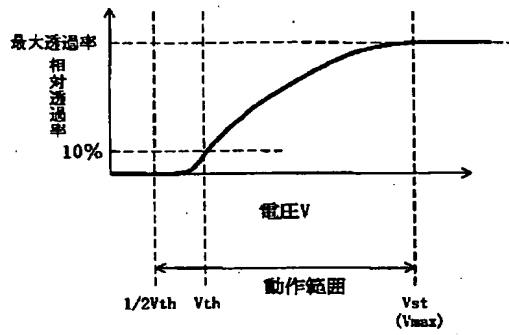
(c)

(d)

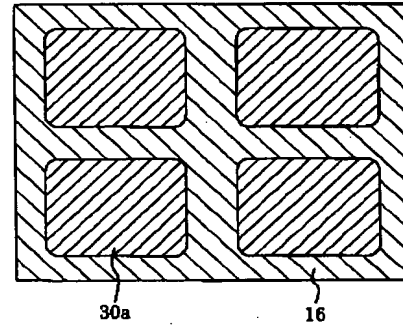


(9)

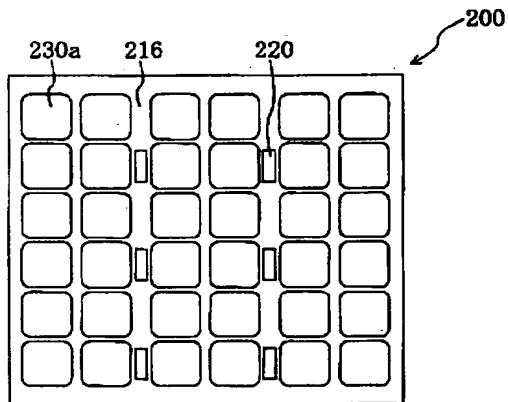
【図5】



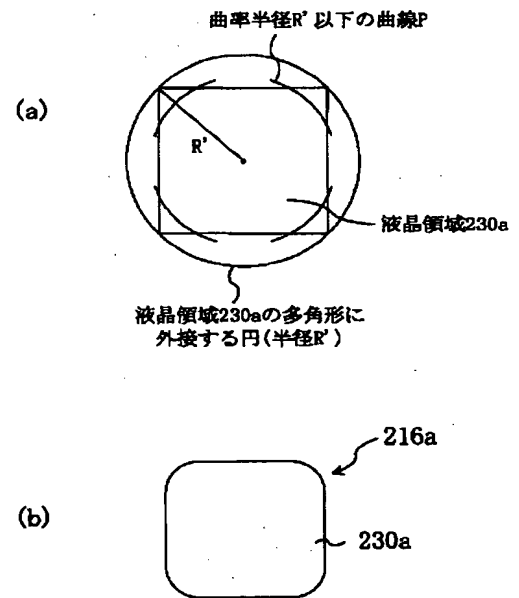
【図6】



【図7】

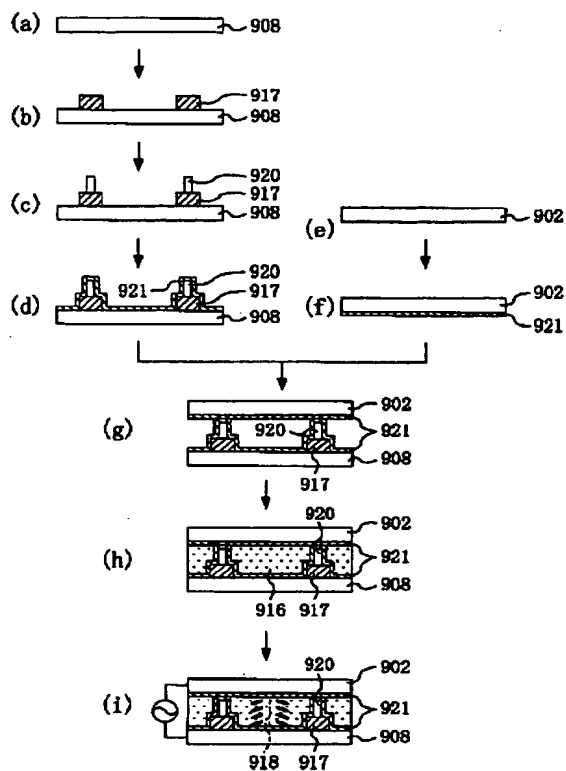


【図8】

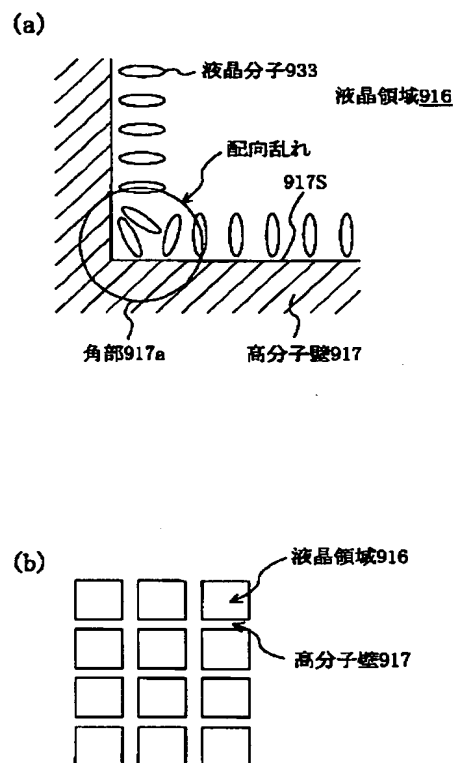


(10)

【図9】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H090 HA16 JA03 KA04 LA09 LA15  
 MA01 MA12  
 5C094 AA03 AA10 AA12 AA43 AA45  
 AA48 AA55 BA43 CA19 CA24  
 DA13 EA04 EB02 EC03 ED03  
 ED20 FA01 FB01 FB15 GB10  
 5G435 AA01 AA03 BB12 CC09 CC12  
 FF01 KK05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**